

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출 원 번 호 : 10-2002-0077709  
Application Number

출 원 년 월 일 : 2002년 12월 09일  
Date of Application DEC 09, 2002

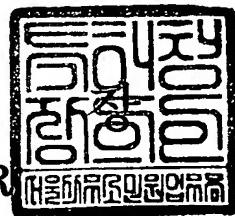
출 원 인 : 주식회사 포스코 외 1명  
Applicant(s) POSCO, et al.



2003 년 12 월 18 일

특 허 청

COMMISSIONER





1020020077709

출력 일자: 2003/12/23

## 【서지사항】

【서류명】 서지사항 보정서

【수신처】 특허청장

【제출일자】 2003.11.28

## 【제출인】

【명칭】 주식회사 포스코

【출원인코드】 1-1998-004076-5

【사건과의 관계】 출원인

## 【제출인】

【명칭】 도시바미쯔비시 -일렉트릭 인더스트리얼 시스템즈 코퍼레이션

【출원인코드】 5-2003-042483-4

【사건과의 관계】 출원인

## 【대리인】

【성명】 전영일

【대리인코드】 9-1998-000540-4

【포괄위임등록번호】 1999-047302-4

## 【사건의 표시】

【출원번호】 10-2002-0077709

【출원일자】 2002.12.09

【발명의 명칭】 사상 압연에 있어서 소재성 이상 진단 장치 및 방법

## 【제출원인】

【접수번호】 1-1-2002-0407613-18

【접수일자】 2002.12.09

【보정할 서류】 특허출원서

## 【보정할 사항】

【보정대상항목】 발명자

【보정방법】 정정

## 【보정내용】

## 【발명자】

【성명의 국문표기】 박철재

【성명의 영문표기】 PARK,Cheol Jae

【주민등록번호】 690825-1093618

【우편번호】	790-300
【주소】	경상북도 포항시 남구 괴동동 1번지 주식회사 포스코 기술연 구소 내
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김관수
【성명의 영문표기】	KIM,Kwan Soo
【주민등록번호】	660301-1670826
【우편번호】	545-711
【주소】	전라남도 광양시 금호동 700번지 주식회사 포스코 기술연구 소 내
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	조영준
【성명의 영문표기】	J0,Young Jun
【주민등록번호】	600220-1069119
【우편번호】	545-711
【주소】	전라남도 광양시 금호동 700번지 주식회사 포스코 기술연구 소 내
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	와카미야 , 요시노리
【성명의 영문표기】	WAKAMIYA,Yoshinori
【주소】	일본국 도쿄도 108-0073, 미나토부, 미타 3초메 13-16, 미타 43엠티 빌딩, 도시바미쯔비시-일렉트릭 인더스트리얼 시스템 즈 코퍼레이션 내
【주소의 영문표기】	In ThoshibaMitsubishi-Electric Industrial Systems Corporation, MITA43MT BLDG., 13-16 Mita3 -Chome, Minato-Ku, Tokyo 108-703, Japan
【국적】	JP
【발명자】	
【성명의 국문표기】	니타 , 이소코
【성명의 영문표기】	NITTA, Isoko
【주소】	일본국 도쿄도 108-0073, 미나토부, 미타 3초메 13-16, 미타 43엠티 빌딩, 도시바미쯔비시-일렉트릭 인더스트리얼 시스템 즈 코퍼레이션 내

## 【주소의 영문표기】

In ToshibaMitsubishi-Electric Industrial Systems Corporation, MITA43MT BLDG., 13-16 Mita3-Chome, Minato-Ku, Tokyo 108-703, Japan

JP

## 【국적】

## 【발명자】

이나미 , 하루키

## 【성명의 국문표기】

INAMI ,Haruki

## 【성명의 영문표기】

## 【주소】

일본국 도쿄도 108-0073, 미나토부, 미타 3초메 13-16, 미타 43엠티 빌딩, 도시바マイ즈비시-일렉트릭  
인더스트리얼 시스템 즈 코퍼레이션 내

## 【주소의 영문표기】

In ToshibaMitsubishi-Electric Industrial Systems Corporation, MITA43MT BLDG., 13-16 Mita3-Chome, Minato-Ku, Tokyo 108-703, Japan

JP

## 【국적】

## 【취지】

특허법시행규칙 제13조·실용신안법시행규칙 제8조의 규정에의하여 위와 같 이 제출합니다. 대리인  
전영일 (인)

## 【수수료】

【보정료】 0 원

【기타 수수료】 원

【합계】 0 원

## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0002
【제출일자】	2002. 12. 09
【발명의 명칭】	사상 압연에 있어서 소재성 이상 진단 장치 및 방법
【발명의 영문명칭】	Fault diagnosis apparatus and method for material in hot strip mill
【출원인】	
【명칭】	주식회사 포스코
【출원인코드】	1-1998-004076-5
【대리인】	
【성명】	전영일
【대리인코드】	9-1998-000540-4
【포괄위임등록번호】	1999-047302-4
【발명자】	
【성명의 국문표기】	박철재
【성명의 영문표기】	PARK,Cheol Jae
【주민등록번호】	690825-1093618
【우편번호】	790-300
【주소】	경상북도 포항시 남구 괴동 1번지 주식회사 포스코 기술연구소 내
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김관수
【성명의 영문표기】	KIM,Kwan Soo
【주민등록번호】	660301-1670826
【우편번호】	545-711
【주소】	전라남도 광양시 금호동 700번지 주식회사 포스코 기술연구소 내
【국적】	KR

**【발명자】****【성명의 국문표기】** 조영준**【성명의 영문표기】** JO, Young Jun**【주민등록번호】** 600220-1069119**【우편번호】** 545-711**【주소】** 전라남도 광양시 금호동 700번지 주식회사 포스코 기술연구소  
내**【국적】** KR**【취지】** 특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 대리인  
전영일 (인)**【수수료】****【기본출원료】** 20 면 29,000 원**【가산출원료】** 2 면 2,000 원**【우선권주장료】** 0 건 0 원**【심사청구료】** 0 항 0 원**【합계】** 31,000 원**【첨부서류】** 1. 요약서·명세서(도면)\_1통

### 【요약서】

#### 【요약】

본 발명은 열간 사상 압연에서 압연 및 제어 상태를 나타내는 모든 설정 데이터와 실시간 데이터를 가지고 제어 및 몰리 현상을 표현하는 수식 모델과 조업 경험을 바탕으로 구축된 데이터베이스를 이용하여 두께 품질 이상 진단을 수행하며, 특히, 사상 압연 입측의 소재 이상에 의한 품질 불량 여부를 판단할 수 있는 사상 압연 소재성 이상 진단 장치 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

본 발명에 따르면, 설정한 목표값과 실측값과의 두께 편차가 관리 공차보다 크면, 각각의 스텐드의 최고 속도를 이용하여 샘플 압연 길이를 구하고 이를 기준으로 두께를 일정 길이 피치로 변환한 후, 상기 두께 데이터를 이용하여 스키드 마크 1 주기 주파수를 연산하고, 상기 두께 실측치를 FFT 변환하는 두께 실측치 FFT 변환부; 및 상기 두께 실측치 FFT 변환부에서 변환된 값으로부터 각각의 스펙트럼 강도에 해당하는 주파수를 연산하고, 상기 스키드 마크 주파수와 일치하는 주파수를 검색하여 그 주파수의 스펙트럼 강도가 어느 정도인가를 분석함으로써, 스키드 마크 이상인지 여부를 판정하는 스키드 마크 주파수 강도 판단부; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 사상 압연 소재성 이상 진단 장치가 제공된다.

#### 【대표도】

도 2

#### 【색인어】

사상 압연, 이상 진단, 열연, 소재성

**【명세서】****【발명의 명칭】**

사상 압연에 있어서 소재성 이상 진단 장치 및 방법 {Fault diagnosis apparatus and method for material in hot strip mill}

**【도면의 간단한 설명】**

도 1a 내지 도 1c는 본 발명의 일 실시예에 따른 사상 압연에 있어서 소재성 이상 진단 방법을 나타낸 흐름도로서,

도 1a 및 도 1b는 스키드 마크 이상 진단 방법을 나타낸 흐름도이고,

도 1c는 변태 발생 이상 진단 방법을 나타낸 흐름도이다.

도 2는 본 발명에 적용되는 사상 압연 소재성 이상 진단 장치의 개략적인 구성도이다.

**\* 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 \***

201 : 상부 사상 압연 룰

202 : 하부 사상 압연 룰

203 : 압연판

204 : 사상 압연 입측 온도계

205 : 사상 압연 출측 두께계

206 : 사상 압연 출측 온도계

207 : 압연 하중 측정 센서

208 : 룰 캡 측정 센서

210 : SCC 설정부

211 : 실측 데이터 수집부

212 : 출측 두께계 로드온 판단부

213 : 두께 편차 과다 판단부

214 : 스텐드 최고 속도 연산부

215 : 스키드 마크 주파수 연산부

216 : 두께 실측치 FFT 변환부

217 : 스키드 마크 주파수 강도 판단부

218 : 스키드 마크 이상 표시부

219 : 판 두께 급변 판단부

220 : 탄소량/목표 온도 판단부

221 : 실적 온도 판단부

222 : 하중/두께 상관성 판단부

223 : 변태 이상 표시부

## 【발명의 상세한 설명】

### 【발명의 목적】

### 【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<17> 본 발명은 열간 사상 압연 이상 진단 장치 및 방법에 관한 것이며, 특히, 열간 사상 압연에서 압연 및 제어 상태를 나타내는 모든 설정 데이터와 실시간 데이터를 가지고 제어 및 물리 현상을 표현하는 수식 모델과 조업 경험을 바탕으로 구축된 데이터베이스를 이용하여 두께 품질 이상 진단을 수행하며, 그 중에서도 사상 압연 입측의 소재 이상에 의한 사상 압연 출측의 품질 불량 여부를 판단할 수 있는 사상 압연 소재성 이상 진단 장치 및 방법 장치 및 방법에 관한 것이다.

<18> 최근 열연 마무리 압연 공정에서는 제품 품질 향상 요구가 점점 더 높아지고 있고 다종 소량 생산 형태로 생산되고 있어, 보다 더 정밀도가 높은 품질 제어 시스템을 필요로 하고 있다.

<19> 열연 제품 생산은 각종 컴퓨터 및 제어 시스템에 의한 고도의 제어로 안정적인 조업을 함으로써, 품질 정도 허용치를 확보하고 있다. 그러나, 제어 시스템 갱신 또는 안정적인 상태에서도 가끔 조업의 불안정이나 제품 불량이 발생하고 있다.

- <20> 이러한 것들은 크게 분류하면, 제품의 재질, 운전자의 조업 방법, 압연 설비 및 제어 시스템 등이 원인이다. 조업 불안정과 제품 불량이 발생한 경우에는 구체적으로 시스템 불량인지 운전자의 조작 이상인지 등을 판단하여 재발 방지를 위한 대책을 마련하여야 한다. 종래에는 이상 진단을 행하기 위하여 제품 단위로 계산기에 수집 저장된 실적 평균 데이터를 비교 분석하거나, 실적 평균 데이터를 이용한 간단한 모의 실험 검증 등을 수행하는 방법을 채용하고 있다.
- <21> 그러나, 상세한 원인 분석을 해야 하는 경우, 주로 온라인 아날로그 데이터 채트를 보고 판단하는 것이 필요하기 때문에 전문가 수작업에 의존하는 경우가 대부분이며, 이에 따라 분석 시간이 많이 걸리는 문제와 실적 관리가 곤란한 면이 있었다.
- <22> 따라서, 품질 제어 시스템에 의하여 고품질의 제품을 생산하기 위해서는 운전자가 순간적으로 판단할 수 없는 품질 및 제어 이상 원인을 빠르게 추정하는 것을 지원하는 진단 시스템의 개발이 필요하다.
- <23> 지금까지 압연기의 품질 진단 기술과 관련된 선행 기술들을 살펴 보면, 다음과 같다.
- <24> 첫번째로, 출원인이 '포항 종합 제철 주식 회사'이고, 발명의 명칭이 '압연기의 이상 진단 장치'(공개 번호 : 특 2001-0027829)를 살펴 보면, 다음과 같다.
- <25> 본 특허 출원은 다단 스텐드로 구성된 압연기를 대상으로 설비 불량, 조업 불량을 진단하는 압연기 이상 진단 장치에 관한 것으로, 철강 플랜트에서의 다단 스텐드로 구성된 압연기를 대상으로 두께, 형상 및 설비에 대한 이상 판정과 요인 진단을 자동으로 수행하도록 함으로써, 고속, 고정확도의 진단이 가능하고, 진단 임계치를 강판의 양부 판정 결과와 진단 결과가 정합성을 유지하도록 적절하게 조정하도록 한다. 이렇게 함으로써, 대상의 특성이 변화하는

경우에도 적절한 임계치가 유지되어 항상 고정확도의 진단을 수행하도록 한 것이 본 선행 기술의 특징이다.

<26> 그런, 상기 선행 기술은 품질의 이상 판정을 위하여 단순하게 임계치와의 크기를 비교하여 양부를 결정하는 내용으로 되어 있어 룰 베이스(Rule Base)에 의한 본 출원과는 차이가 난다. 또한, 상기 특허는 대상의 특성이 변화할 때, 임계치를 자동으로 변경하여 진단하는 기술이기 때문에 최적의 임계치를 설정하는 것이 진단 성공율을 좌우하는 기준이 될 수 있다. 그러나 이와 같은 임계치의 최적 설정은 강종과 사이즈, 압연 조건 및 현장의 상황에 따라서 설정되는 것으로 매우 힘들다는 문제점이 있다.

<27> 두번째로, 출원인이 '미쓰비시 전기 주식 회사'이고, 발명의 명칭이 '이상 진단 장치 및 이상 진단 방법(일본 공개 번호 : 특개평 11-347614)'을 살펴 보면, 다음과 같다.

<28> 본 선행 기술은 압연된 압연재의 판 두께와 목표 판 두께의 편차를 연산하고, 그 편차가 기준치를 초과한다면, 판 두께 이상으로 인정한다. 즉, 판 두께의 국소적 최소치와 국소적 최대치를 검출하여, 그 국소적 최소치와 최대치의 편차가 미리 설정된 기준치를 초과하면, 판 두께 이상으로 인정한다. 또한, 이상 발생 원인을 주로 룰 속도 밸런스와 밀 모터의 토크 실적 및 압연 하중 실적으로부터 판정하고 있다.

<29> 그러나, 압연기의 두께 이상의 원인은 이보다 훨씬 다양한 원인에 의하여 발생하고 있으므로, 상기 선행 기술로는 완전한 품질 진단을 할 수 없다는 문제점이 있다.

<30> 세번째로, 출원인이 '미쓰비시 전기 주식 회사'이고, 발명의 명칭이 '온라인 룰 연삭 장치의 고장 진단 방법'(공개 번호 : 특개평 7-251210)을 살펴 보면, 다음과 같다.

- <31> 상기 선행 기술은 운전자의 육안에 의지하지 않고, 자동적으로 온라인 를 여삭 장치의 고장을 진단한 기술로서, 하우징 내부의 를을 회전시키면서, 그 외주면에 회전 가능한 숫돌을 끼우고, 이 숫돌을 를 축 방향으로 왕복 이동시키며 연삭하는 온라인 를 연삭 장치에 있어서, 상기 를의 숫돌에 의한 연삭 중에 숫돌 구동 회전 장치의 출력 토크를 검출하고, 출력 토크가 상한치를 초과하거나, 하한치 미만인 경우에 이상이라고 진단하는 방법이다.
- <32> 본 선행 기술도 상기 타 선행 기술과 마찬가지로 단순히 경계치에 대한 특허로서, 완전한 진단이 힘들다는 문제점이 있다.
- <33> 네번째로, 출원인이 '신일본 제철 주식 회사'이고, 발명의 명칭이 '압연롤용 축수의 이상 진단 장치'(공개 번호 : 특개평 7-63605)를 살펴 보면, 다음과 같다.
- <34> 상기 선행 기술은 진단시에 압연롤이 압연롤용 베어링에 가중한 하중을 측정하고, 베어링의 이상 검출 범위를 폭넓게 진단할 수 있는 압연롤용 베어링의 이상 진단 장치에 관한 것이다. 본 선행 기술도 상기 타 선행 기술과 마찬가지의 문제점들이 있다.

#### 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

- <35> 본 발명은 상기와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 열간 사상 압연에서 압연 및 제어 상태를 나타내는 모든 설정 데이터와 실시간 데이터를 가지고 제어 및 물리 현상을 표현하는 수식 모델과 조업 경험을 바탕으로 구축된 데이터베이스를 이용하여 두께 품질 이상 진단을 수행하며, 특히, 사상 압연에서의 세부적인 이상 진단 방법 중 사상

압연 입측의 소재 이상에 의한 사상 압연 출측의 품질 불량 여부를 판단할 수 있는 사상 압연 소재성 이상 진단 장치 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

### 【발명의 구성 및 작용】

<36> 앞서 설명한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따르면, 사상 압연에서 소재성 이상 원인을 추정하여 압연판의 품질 정도를 높이기 위한 사상 압연 소재성 이상 진단 장치에 있어서, 목표 두께, 목표 하중, 롤 속도 및 롤 갭 등의 목표 설정값을 결정하는 SCC(Supervisory Control Computer) 설정부; 상기 SCC 설정부에서 설정한 목표값과 실측값과의 두께 편차가 관리 공차보다 크면, 각각의 스탠드의 최고 속도를 이용하여 샘플 압연 길이를 구하고 이를 기준으로 두께를 일정 길이 피치로 변환한 후, 상기 두께 데이터를 이용하여 스키드 마크 1 주기 주파수를 연산하고, 상기 두께 실측치를 FFT 변환하는 두께 실측치 FFT 변환부; 및 상기 두께 실측치 FFT 변환부에서 변환된 값으로부터 각각의 스펙트럼 강도에 해당하는 주파수를 연산하고, 상기 스키드 마크 주파수와 일치하는 주파수를 검색하여 그 주파수의 스펙트럼 강도가 어느 정도인가를 분석함으로써, 스키드 마크 이상인지 여부를 판정하는 스키드 마크 주파수 강도 판단부; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 사상 압연 소재성 이상 진단 장치가 제공된다.

<37> 또한, 사상 압연에서 소재성 이상 원인을 추정하여 압연판의 품질 정도를 높이기 위한 사상 압연 소재성 이상 진단 방법에 있어서, 목표 두께, 목표 하중, 롤 속도 및 롤 갭 등의 목표 설정값을 결정하는 제 1 단계; 상기 제 1 단계에서 설정한 목표값과 실측값과의 두께 편차가 관리 공차보다 크면, 각각의 스탠드의 최고 속도를 이용하여 샘플 압연 길이를 구하고 이를 기준으로 두께를 일정 길이 피치로 변환한 후, 상기 두께 데이터를 이용하여 스키드 마크 1

주기 주파수를 연산하고, 상기 두께 실측치를 FFT 변환하는 제 2 단계; 상기 제 2 단계에서 변환된 값으로부터 각각의 스펙트럼 강도에 해당하는 주파수를 연산하고, 상기 스키드 마크 주파수와 일치하는 주파수를 검색하여 그 주파수의 스펙트럼 강도가 어느 정도인가를 분석함으로써, 스키드 마크 이상인지 여부를 판정하는 제 3 단계; 판 두께가 급변하는 영역이 존재하는지를 판단하는 제 4 단계; 상기 제 4 단계에서의 판단 결과, 급변하는 영역이 존재하면, 상기 제 1 단계에서 기 설정된 목표 온도 데이터 및 탄소량을 이용하여 변태 이상을 일으킬 가능성을 판단하는 제 5 단계; 상기 제 5 단계에서의 판단 결과, 변태 이상을 일으킬 가능성이 존재하면, 실적 온도가 변태를 일으킬 조건에 해당하는지를 분석하는 제 6 단계; 및 상기 제 6 단계에서의 판단 결과, 실적 온도가 변태를 일으킬 조건에 해당하면, 각각의 스텐드와 판 두께 급변의 위치가 일치하는지를 분석하여 하중 실적과 두께가 상관성이 있는지를 판단하여 변태 발생으로 최종 판정하는 제 7 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 사상 압연 소재성 이상 진단 방법이 제공된다.

<38> 아래에서, 본 발명에 따른 양호한 일 실시예를 첨부한 도면을 참조로 하여 상세히 설명하겠다.

<39> 도 1a 내지 도 1c는 본 발명의 일 실시예에 따른 사상 압연에 있어서 소재성 이상 진단 방법을 나타낸 흐름도로서, 도 1a 및 도 1b는 스키드 마크 이상 진단 방법을 나타낸 흐름도이고, 도 1c는 변태 발생 이상 진단 방법을 나타낸 흐름도이다.

<40> 도 1a 내지 도 1b를 참조하면, 스키드 마크 이상 진단 방법은 다음과 같다.

- <41> 먼저, 스텝 S101에서, 각 압연 조건에 따라 설정된 목표 두께, 목표 하중, 롤 속도 및 롤 갭 등의 설정값을 SCC(Supervisory Control Computer) 설정부(210)로부터 읽어 들인 후, 스텝 S102에서, 스탠드 출측에 설치되어 있는 두께계(205)로부터 압연판(203)의 두께 신호가 인가되는지, 즉, 상기 출측 두께계에 로드온(Load On)되었는지 여부를 판단한다. 압연판이 검지되면, 본 발명에서 제시하는 알고리즘들이 동작하게 된다.
- <42> 그리고, 스텝 S103에서, 상기 두께계(205), 출측 온도계(206), 압연 하중 측정 센서(207) 및 롤 갭 측정 센서(208)로부터 각각 실측 데이터를 수집한다.
- <43> 이어서, 스텝 S104에서, 상기 두께계(205)로부터 수집된 두께 편차가 수요가의 관리 공차(수요자들이 요구하는 공차 범위)보다 큰지 여부를 판단한다. 이는 수요가의 관리 공차보다 큰 경우에는 두께 불량으로 판단되기 때문이다.
- <44> 상기 스텝 S104에서의 판단 결과, 두께 편차가 수요가의 관리 공차보다 작으면, 종료하고, 크면, 스텝 S105에서, 각 스탠드의 최고 속도를 검색한다. 이는 열간 사상 압연기의 속도는 가변하기 때문에 주파수 분석이 용이하지 않으므로, 최고 속도에서 일정한 구간만큼 주파수 분석을 용이하게 하기 위함이다.
- <45> 이어서, 스텝 S106에서, 상기 스텝 S105에서 검색된 최고 속도를 이용하여 1 샘플의 압연 길이를 연산한 후, 스텝 S107에서, 상기 연산된 압연 길이를 기준으로 두께를 일정한 길이 피치로 변환한다. 이는 주파수 분석을 시간 단위로 하지 않고, 길이 단위로 분석을 하는 것이 분석에 용이할 뿐 아니라, 정확한 주파수 분석이 되기 때문이다.
- <46> 그리고, 스텝 S108에서, 스키드 마크의 1 주기의 주파수를 연산한다. 이는 나중에 압연판의 두께 주파수 분석시에 연산된 주파수와 일치하는 주파수를 구하는데 사용된다.

- <47> 이어서, 스텝 S109에서 두께 실측치(실적치)를 주파수 분석하고, 스텝 S111에서, 상기 두께 실측치의 주파수 분석 결과로부터 각각의 스펙트럼 강도에 해당하는 주파수들을 연산한다 . 이때의 주파수들을 Fref라고 한다.
- <48> 그리고, S112에서, 상기 스텝 S108에서 연산된 스키드 마크 1 주기의 주파수와 상기 스텝 S111에서 구한 스펙트럼 강도에 해당되는 주파수가 일치하는 포인트를 검색한다. 이때, 일치하는 주파수가 나타나면, 이 때의 주파수가 스키드 마크 주파수가 된다.
- <49> 이어서, 스텝 S113은, 상기 스텝 S112에서 연산된 주파수(Fref)의 스펙트럼 강도의 크기를 연산하여 이 값이 기 설정된 크기 이상을 가지는지를 판단하는 단계로서, 구체적으로는 아래의 [판정식 1]에 의한다.(스키드 마크 이상 판정식)
- <50> [판정식 1]
- <51> 1) 상기 Fref에 대응하는 스펙트럼 강도  $\geq \alpha$  --> 스키드 마크 이상으로 판정.
- <52> 2) 상기 Fref에 대응하는 스펙트럼 강도  $\leq \alpha$  --> 스키드 마크 이상이 아닌 것으로 판정.
- <53> 단, 여기서  $\alpha$ 는 상기 SCC 설정부(210)에서 기 설정된 값이다.
- <54> 이어서, 스텝 S114에서, 스키드 마크 이상으로 판정된 경우, 이를 출력한다.
- <55> 도 1c는 변태 발상에 따른 두께 이상을 진단하는 방법으로서, 이를 상세히 설명하면, 다음과 같다.
- <56> 먼저, 스텝 S121에서, 아래의 [수학식 1]과 같이 판 두께가 급격히 얇아지는 부분이 있는지를 판단한다.(판 두께 변동을 연산)

<57> 【수학식 1】  $|\Delta h_i - \Delta h_{i-1}| > \alpha$

<58> 여기서,  $\alpha$ 는 상기 SCC 설정부(210)에서 설정되는 값으로서, 본 실시예에서는 대략 50  $\mu\text{m}$ 로 설정하였고,  $i$ 는 샘플링 수를 나타낸다.

<59> 이어서, 스텝 S122 및 스텝 S123은 임의의 스탠드에서 변태가 일어날 가능성이 있는 조건을 나타내는 것으로서, 아래의 [판정식 2]에 따른다.(임의의 스탠드에서 변태가 일어날 가능성이 있는 조건식)

<60> [판정식 2]

<61> 1) 탄소량이 0.02 % 이하거나,

<62> 2) 목표 온도가 900 °C 이상이고, 실적 온도가 900 °C 이하인 경우

<63> 상기 [판정식 2]에 의한 조건에 해당하면, 스텝 S124 및 스텝 S125로 진행한다. 스텝 S124 및 스텝 S125에서는 어떠한 스탠드부터 연속적으로 변태가 발생하였는지를 분석한다. 본 실시예에서는 총 7개의 스탠드 중 3번째 스탠드부터 변태가 발생한 경우를 예로 들어 설명한다.

<64> 스텝 S126에서, 각 스탠드의 온도 실적이 900 °C 이하인지 여부를 판단한다. 이것은 상기 [판정식 2]와 같은 이유로서, 온도 실적인 900 °C 이하가 되면, 변태 발생 가능성이 높기 때문이다. 만약, 이 조건을 만족하지 아니하면, 다음 스탠드를 체크한다.

<65> 상기 스텝 S126에서의 판단 결과, 온도 실적이 900 °C 이하이면, 스텝 S127에서, 임의의 스탠드와 판 두께가 급변한 위치가 일치하는지 여부를 판단한다. 상기 스텝 S127에서의 판단 결과, 일치하면, 그 스탠드에서 변태가 발생할 가능성성이 매우 크다는 것을 의미한다.

- <66> 이어서, 스텝 S128에서, 변태가 발생할 때, 하중이 크게 변동하게 되므로, 하중 실적과 두께 데이터를 비교하여 두 데이터간에 상관성이 있는지 여부를 분석하여, 상관성이 있으면, 스텝 S130에서, 그 스탠드에서 변태가 발생하였다고 최종 결론을 내린 후, 종료한다.
- <67> 도 2는 본 발명에 적용되는 사상 압연에 있어서 소재성 이상 진단 장치의 개략적인 구성 도로서, 이를 상세히 설명하면, 다음과 같다.
- <68> 도 2에 도시된 소재성 이상 진단 장치는, 목표 두께, 목표 하중, 룰 속도 및 룰 캡 등의 설정값을 인가하는 SCC 설정부(210)를 포함한다.
- <69> 또한, 두께계(205), 입측 온도계(204), 출측 온도계(206), 압연 하중 측정 센서(207) 및 룰 캡 측정 센서(208)로부터 각각 실측 데이터를 수집하기 위한 실측 데이터 수집부(211)를 포함한다.
- <70> 또한, 출측 두께계가 로드온되었는지를 판정하는 출측 두께계 로드온 판단부(212)를 포함한다.
- <71> 한편, 본 소재성 이상 진단 장치는 크게 스키드 마크 이상 진단 모듈 및 변태 발생 이상 진단 모듈로 구분할 수 있다.
- <72> 먼저, 스키드 마크 이상 진단 모듈을 설명한다.
- <73> 상기 스키드 마크 이상 진단 모듈은 두께 편차가 수요가의 관리 공차보다 큰지 유무를 판단하기 위한 두께 편차 과다 판단부(213), 각각의 스탠드의 최고 속도를 연산하기 위한 스탠드 최고 속도 연산부(214), 최고 속도를 이용하여 1 샘플의 압연 길이를 구하고 계산된 압연 길이 기준으로 두께를 일정 길이 피치로 변환한 후 상기 두께 데이터를 이용하여 스키드 마크

1 주기 주파수를 연산하는 스키드 마크 주파수 연산부(215), 두께 실측치를 FFT 변환하는 두께 실측치 FFT 변환부(216), 각각의 스펙트럼 강도에 해당하는 주파수를 연산하고 상기 스키드 마크 주파수와 일치하는 주파수를 검색하여 그 주파수의 스펙트럼 강도가 어느 정도인가를 분석하여 스키드 마크 이상으로 판정하는 스키드 마크 주파수 강도 판단부(217), 및 이상이라고 판단되면 이를 출력하는 스키드 마크 이상 표시부(218)를 포함하여 구성된다.

<74> 상기 변태 발생 이상 진단 모듈은 판 두께가 급변하는 영역이 존재하는지를 판단하는 판 두께 급변 판단부(219), 탄소량 및 목표 온도 데이터를 이용하여 변태 이상을 일으킬 가능성 을 판단하는 탄소량 및 목표 온도 판단부(220), 실적 온도가 변태를 일으킬 조건에 해당하는지 를 분석하는 실적 온도 판단부(221), 각각의 스탠드와 판 두께 급변의 위치가 일치하는지를 분석하여 하중 실적과 두께가 상관성이 있는지를 판단하는 하중/두께 상관성 판단부(222) 및 변태 발생으로 최종 판정되면 그 결과를 출력하는 변태 이상 표시부(223)를 포함하여 구성된다.

<75> 이상에서 본 발명에 대한 기술 사상을 첨부 도면과 함께 서술하였지만 이는 본 발명의 가장 양호한 일 실시예를 예시적으로 설명한 것이지 본 발명을 한정하는 것은 아니다. 또한, 이 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자이라면 누구나 본 발명의 기술 사상의 범주를 이탈하지 않는 범위 내에서 다양한 변형 및 모방이 가능함은 명백한 사실이다.

### 【발명의 효과】

<76> 앞서 상세히 설명한 바와 같이 본 발명은, 품질 제어 시스템에 의하여 고품질의 제품을 생산하기 위하여 운전자가 순간적으로 판단할 수 없는 품질 및 제어 이상 원인을 빠르게 추정하기 위하여 소재의 이상 유무를 판단함으로써, 사상 압연 이상 진단을 수행하는 효과가 있다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

사상 압연에서 소재성 이상 원인을 추정하여 압연판의 품질 정도를 높이기 위한 사상 압연 소재성 이상 진단 장치에 있어서,

목표 두께, 목표 하중, 롤 속도 및 롤 갭 등의 목표 설정값을 결정하는 SCC(Supervisory Control Computer) 설정부;

상기 SCC 설정부에서 설정한 목표값과 실측값과의 두께 편차가 관리 공차보다 크면, 각각의 스텐드의 최고 속도를 이용하여 샘플 압연 길이를 구하고 이를 기준으로 두께를 일정 길이 피치로 변환한 후, 상기 두께 데이터를 이용하여 스키드 마크 1 주기 주파수를 연산하고, 상기 두께 실측치를 FFT 변환하는 두께 실측치 FFT 변환부; 및

상기 두께 실측치 FFT 변환부에서 변환된 값으로부터 각각의 스펙트럼 강도에 해당하는 주파수를 연산하고, 상기 스키드 마크 주파수와 일치하는 주파수를 검색하여 그 주파수의 스펙트럼 강도가 어느 정도인가를 분석함으로써, 스키드 마크 이상인지 여부를 판정하는 스키드 마크 주파수 강도 판단부;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 사상 압연 소재성 이상 진단 장치.

**【청구항 2】**

제 1 항에 있어서,

판 두께가 급변하는 영역이 존재하는지를 판단하는 판 두께 급변 판단부;

상기 판 두께 급변 판단부의 판단 결과, 급변하는 영역이 존재하면, 상기 SCC 설정부에서 기설정된 목표 온도 데이터 및 탄소량을 이용하여 변태 이상을 일으킬 가능성을 판단하는 탄소량 및 목표 온도 판단부;

상기 탄소량/목표 온도 판단부의 판단 결과, 변태 이상을 일으킬 가능성이 존재하면, 실적 온도가 변태를 일으킬 조건에 해당하는지를 분석하는 실적 온도 판단부; 및

상기 실적 온도 판단부의 판단 결과, 실적 온도가 변태를 일으킬 조건에 해당하면, 각각의 스텐드와 판 두께 급변의 위치가 일치하는지를 분석하여 하중 실적과 두께가 상관성이 있는지를 판단하여 변태 발생으로 최종 판정하는 하중/두께 상관성 판단부;

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 사상 압연 소재성 이상 진단 장치.

### 【청구항 3】

사상 압연에서 소재성 이상 원인을 추정하여 압연판의 품질 정도를 높이기 위한 사상 압연 소재성 이상 진단 방법에 있어서,

목표 두께, 목표 하중, 롤 속도 및 롤 갭 등의 목표 설정값을 결정하는 제 1 단계;

상기 제 1 단계에서 설정한 목표값과 실측값과의 두께 편차가 관리 공차보다 크면, 각각의 스텐드의 최고 속도를 이용하여 샘플 압연 길이를 구하고 이를 기준으로 두께를 일정 길이 피치로 변환한 후, 상기 두께 데이터를 이용하여 스키드 마크 1 주기 주파수를 연산하고, 상기 두께 실측치를 FFT 변환하는 제 2 단계;

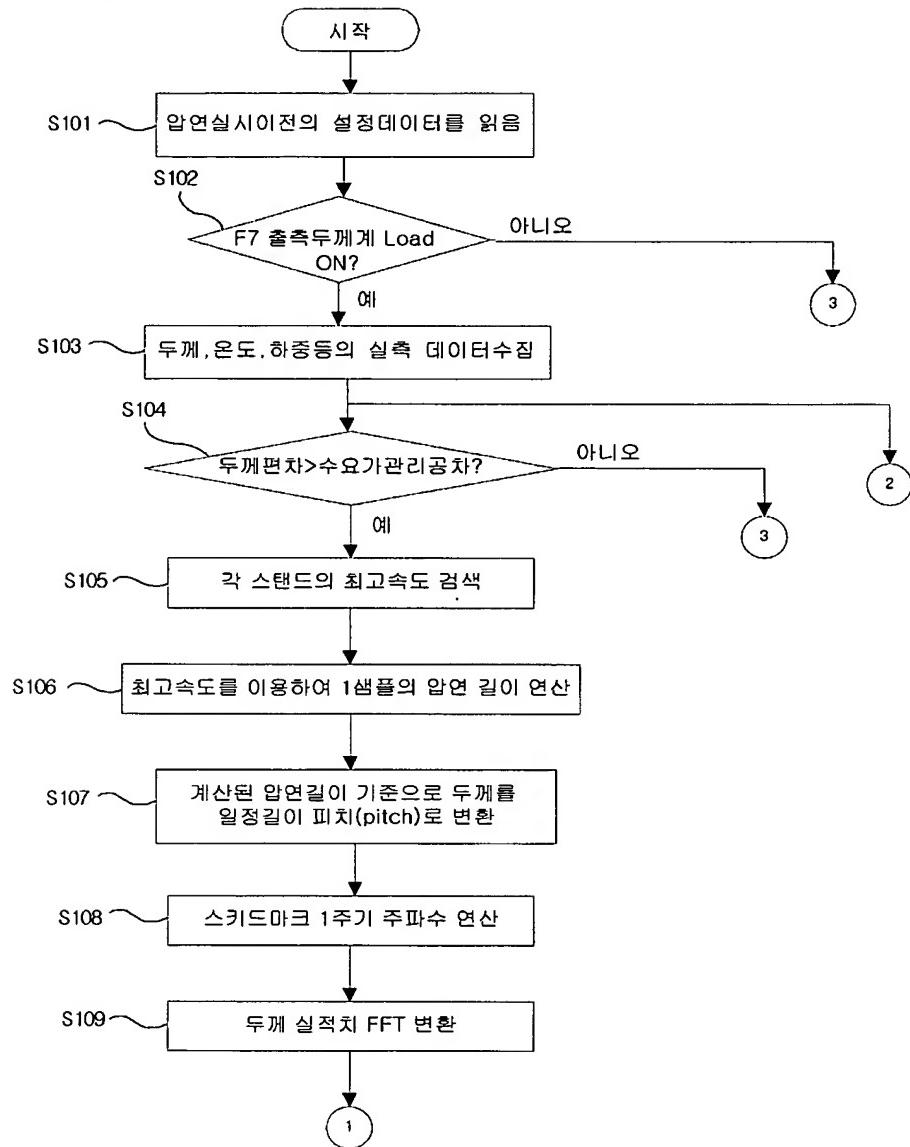
상기 제 2 단계에서 변환된 값으로부터 각각의 스펙트럼 강도에 해당하는 주파수를 연산하고, 상기 스키드 마크 주파수와 일치하는 주파수를 검색하여 그 주파수의 스펙트럼 강도가 어느 정도인가를 분석함으로써, 스키드 마크 이상인지 여부를 판정하는 제 3 단계; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 사상 압연 소재성 이상 진단 방법.

#### 【청구항 4】

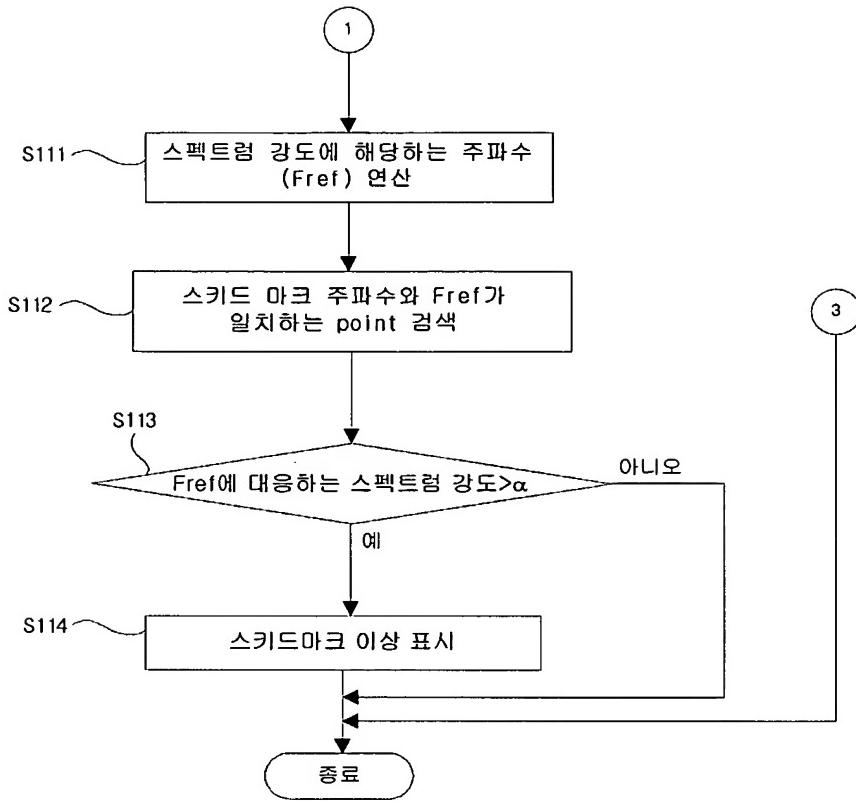
제 3 항에 있어서,  
판 두께가 급변하는 영역이 존재하는지를 판단하는 제 4 단계;  
상기 제 4 단계에서의 판단 결과, 급변하는 영역이 존재하면, 상기 제 1 단계에서 기설정된 목표 온도 데이터 및 탄소량을 이용하여 변태 이상을 일으킬 가능성을 판단하는 제 5 단계;  
상기 제 5 단계에서의 판단 결과, 변태 이상을 일으킬 가능성이 존재하면, 실적 온도가 변태를 일으킬 조건에 해당하는지를 분석하는 제 6 단계; 및  
상기 제 6 단계에서의 판단 결과, 실적 온도가 변태를 일으킬 조건에 해당하면, 각각의 스탠드와 판 두께 급변의 위치가 일치하는지를 분석하여 하중 실적과 두께가 상관성이 있는지를 판단하여 변태 발생으로 최종 판정하는 제 7 단계;  
를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 사상 압연 소재성 이상 진단 방법.

## 【도면】

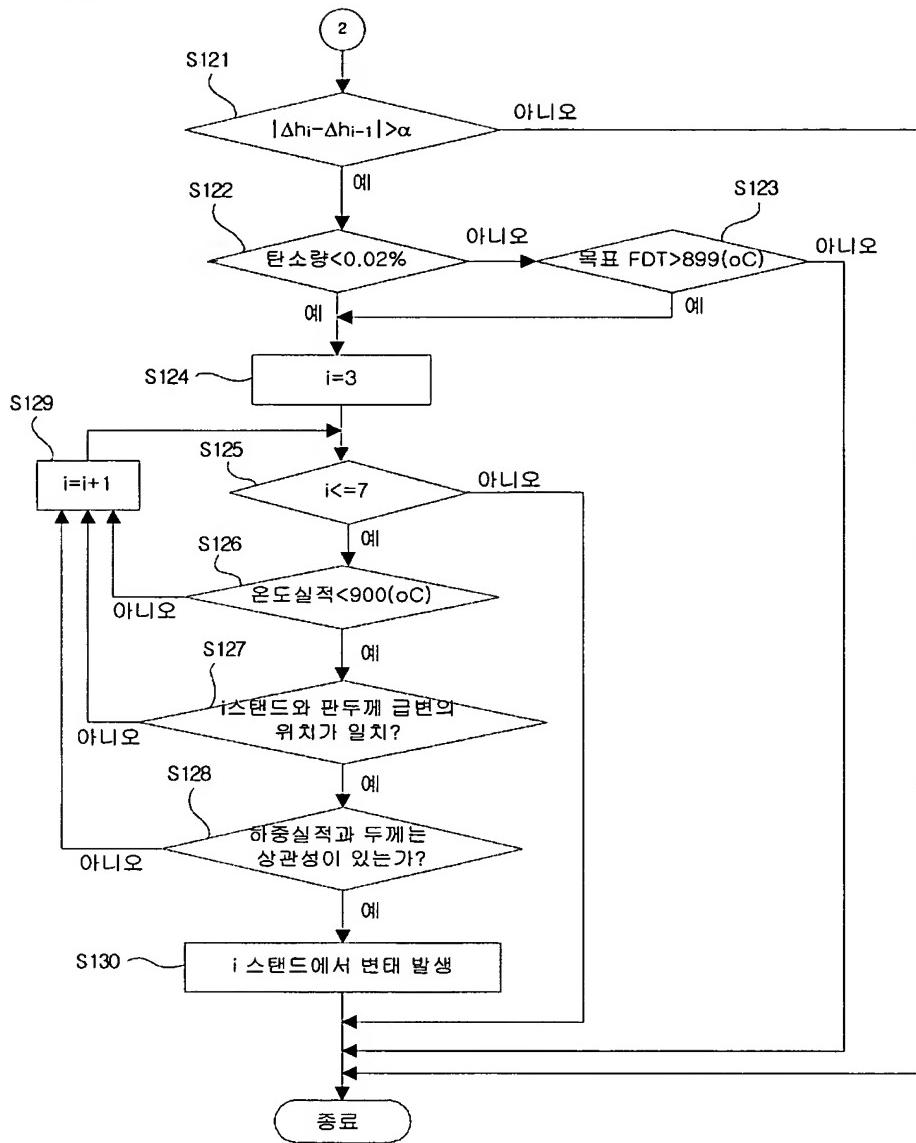
【도 1a】



## 【도 1b】



## 【도 1c】



【도 2】

